

CORRELAÇÃO MORFOESTRUTURAL DA REDE DE DRENAGEM E LINEAMENTOS DA BORDA PLANÁLTICA, FAXINAL, PARANÁ

Edivando Vitor do COUTO ¹, Daiany Duarte MANIERI ²,
Fernando Cesar MANOSSO ¹, Edison FORTES ²

(1) Pós-Graduação em Geografia, Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Maringá. Avenida Colombo 5790 – Zona 07. CEP 87020-900. Maringá, PR. Endereços eletrônicos: edivandocouto@gmail.com; fmanosso@yahoo.com.br

(2) Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Maringá. Avenida Colombo 5790 – Zona 07. CEP 87020-900. Maringá, PR. Endereços eletrônicos: daiany.manieri@gmail.com; edison-fortes@hotmail.com

Introdução
Caracterização da Área de Estudo
Contexto Geológico e Geomorfológico
Metodologia
Resultados
Lineamentos Estruturais
Discussão
Considerações Finais
Agradecimentos
Referências Bibliográficas

RESUMO – O presente artigo apresenta dados morfométricos da rede de drenagem e estabelece a correlação morfoestrutural da área abrangida pela carta topográfica de Faxinal – PR, situadas nas bordas planálticas do Estado do Paraná. Na realização desse trabalho utilizou-se a carta topográfica de Faxinal na escala 1: 50.000 folha SG-22-V-III-1 e dados de radar SRTM. Os dados foram processados por meio do Software ArcGis 9.0, com a confecção de modelos digitais do terreno, extração de lineamentos, mapas de densidade de drenagem e densidade de lineamentos bem como gráficos dos dados estatísticos. Os resultados mostraram que o sistema de drenagem representado na carta topográfica de Faxinal caracteriza-se por densidade média a alta, e os padrões de drenagem identificados na carta são: semi-retangular a retangular, subdendrítico a dendríticos com faixas de drenagens paralelas. O diagnóstico da drenagem atual evidenciou que a rede de drenagem da área de estudo é, em geral, variável e complexa, apresentando densidade e padrões de drenagem com forte controle tanto de feições morfológicas preexistentes, quando de feições produzidas por eventos neotectônicos.

Palavras-chave: Mapa de Faxinal, rede de drenagem, morfoestrutura e morfometria.

ABSTRACT – *E.V. do Couto, D.D. Manieri, F.C. Manosso, E. Fortes - Morphostructural correlation of drainage network and lineaments edge plateaux, faxinal, Paraná.* The present paper represents morphometric data of the drainage network and determine a morphostructural correlation of the area covered by the topographic map of Faxinal - PR, located at the border plateaux state of Parana. At the realization this work we used the topographic map of Faxinal scale 1: 50,000 leaves SG-22-V-III-1 and SRTM radar data. The data were processed by using the software ArcGIS 8, with elaborated of terrain digital models, extraction of lineaments, maps of drainage density and lineaments density as well as graphs of statistical data. The results show that the drainage system represented in the topographical map of Faxinal as of medium to high density, and drainage patterns identified in the letter are: semi-rectangular to rectangular, subdendritic to dendritic with drainage tracks parallel. The drainage diagnostic current showed that the drainage network of study area is, generally, variable and complex, showing density and drainage patterns with strong control of both morphological features pre-existing when the features produced by neotectonic events.

Keywords: Faxinal Map, straining network, morphostructure, morphometry.

INTRODUÇÃO

O entendimento do contexto geológico e geomorfológico e os processos estruturais atuantes em determinadas áreas podem ser compreendidos a partir do comportamento da rede de drenagem, seus padrões, formas e morfometria. Trabalhos pioneiros que utilizaram essa abordagem foram os de Horton (1945); Strahler (1952a, b); Howard (1967); Bjornberg (1969); Hack (1973); Burnett & Schumm (1983); Mayer (1992); Marple & Talwani (1993); Merritts &

Hesterberg (1994); Boyd & Schumm (1995); Schumm & Spitz (1996); Spitz & Schumm (1997). Esses autores apresentam contribuições relevantes para a abordagem analítica sobre as características da rede de drenagem, evolução da paisagem, definições sobre o substrato geológico e o delineamento das feições morfoestruturais.

Recentemente essas abordagens têm sido utilizadas para identificar eventos neotectônicos. No âmbito do território brasileiro, em termos de pesquisas

flúvio-morfométrico destacam-se os trabalhos de Rodriguez & Suguio (1992); Rodriguez (1993), no Rio do Xingu no Pará. Na Bacia Sedimentar de São Paulo (Takiya, 1997), na bacia hidrográfica do Rio do Peixe, no oeste paulista (Etchebehere, 2000), na bacia do Rio Turvo (Itri et al., 2004), na bacia do Rio Pirapó, noroeste paranaense (Martinez, 2004), na bacia do Rio Santo Anastácio (Santoni et al., 2004), as anomalias de drenagem e controles morfotectônicos da evolução dos terraços do baixo curso do rio Ivinhema – MS (Fortes et al., 2005), no Rio Ivaí por meio da análise de perfil longitudinal (Fujita, 2009) entre outros.

É consenso entre os pesquisadores que para a análise dos eventos tectônicos recentes, é de grande relevância o emprego de técnicas morfométricas, a partir de parâmetros associados aos canais fluviais e as redes de drenagem. Baseados no princípio de que os cursos de água, governados pela gravidade reagem rapidamente a qualquer deformação na superfície do

terreno, mesmo as mais tênues, e podem, dessa forma, ser utilizados para a busca de anomalias que estejam condicionadas por deformações tectônicas (Penteado, 1978).

A carta Faxinal, apresenta importantes drenagens, que conjuntamente configuram a bacia do Rio Alonzo, o qual já é reconhecido na configuração geomorfológica regional pela Falha do Rio Alonzo de acordo com Ferreira (1982 a, b); Zalán et al. (1990); Strugale et al. (2004) e Strugale et al. (2007). A drenagem da carta apresenta indícios de forte controle litoestrutural, refletindo o padrão regional dos sistemas de falhas, fraturas e diáclases, apontando para um controle estrutural acentuado.

Portanto a presente pesquisa propõe a investigação da relação do substrato, morfologia e rede de drenagem da carta topográfica de Faxinal com o objetivo de identificar e analisar as possíveis evidências de neotectônica e controles estruturais.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área do estudo está situada entre as coordenadas, 24° 00' e 24° 15' de latitudes Sul e 51° 15' e 51° 30' de longitude Oeste, compreendendo parte dos municípios de Faxinal, Cruzmaltina, Grandes Rios, Rosário do Ivaí e Ortigueira, localizados na folha de

Faxinal-Paraná (SG-22-V-III-1), na escala 1: 50.000 (Figura 1). A principal via de acesso é a BR-376. Rodovias estaduais pavimentadas, como a PR – 451 e 082, dentre outras estradas sem pavimentação completam a malha viária da área de pesquisa.

CONTEXTO GEOLÓGICO E GEOMORFOLÓGICO

No contexto geológico a área de estudo está inserida na Bacia Sedimentar do Paraná e o arcabouço estratigráfico é composto, da base para o topo, pelas Formações Rio do Rastro – Paleozóico, Pirambóia – Triássico, Botucatu – Jurássico e Serra Geral – Cretáceo (Milani et al., 1994) (Figura 2).

A Formação Rio do Rastro constitui-se siltitos e argilitos intercalados de arenitos finos, cores esverdeadas, avermelhadas e arroxeadas, níveis ocasionais de calcário e sílex. Laminações paralelas, por vezes cruzadas (White, 1908) (Figura 2). Perfaz a maior parte da área de estudo porções SE, nas altitudes menos elevadas com cotas entre 380 a 460 m, compõe a depressão ortoclinal da borda planáltica (relevo *cuestiforme*) mais a NW.

A Formação Pirambóia assenta-se por discordância litológica com suave angularidade sobre a Formação Rio do Rastro (Soares, 1975). Esta litologia é constituída quase exclusivamente de fácies arenosas, friáveis, num pacote de até 20 m de espessura que apresenta reduzida quantidade de afloramentos (Strugale, 2004).

A Formação Botucatu corresponde a arenitos de granulação fina a grosseira, níveis conglomeráticos na parte superior, apresentando cor cinza-avermelhada sendo frequente a presença de cimento silicoso ou ferruginoso, com estratificação cruzada de médio porte (White, 1908). Ainda segundo o mesmo autor à medida que se dirige para o terço médio, desaparecem as intercalações pelíticas, predominando espessas camadas de arenitos bimodais, com estratificação acanalada de grande porte, indicando que as condições climáticas se tornavam gradativamente mais áridas, implantando definitivamente um ambiente desértico. A persistência de estruturas sedimentares, tais como estratificação cruzada acanalada de grande porte, estratificação cruzada tabular tangencial na base e estratificação plano-paralela e marcas onduladas de baixo relevo, sugerem ambiente desértico com depósito de dunas e interdunas.

As Formações Pirambóia e Botucatu são de difícil diferenciação em campo, portanto para fins dessa pesquisa abordaremos as duas formações conjuntamente. Estas litologias se distribuem nos setores SW

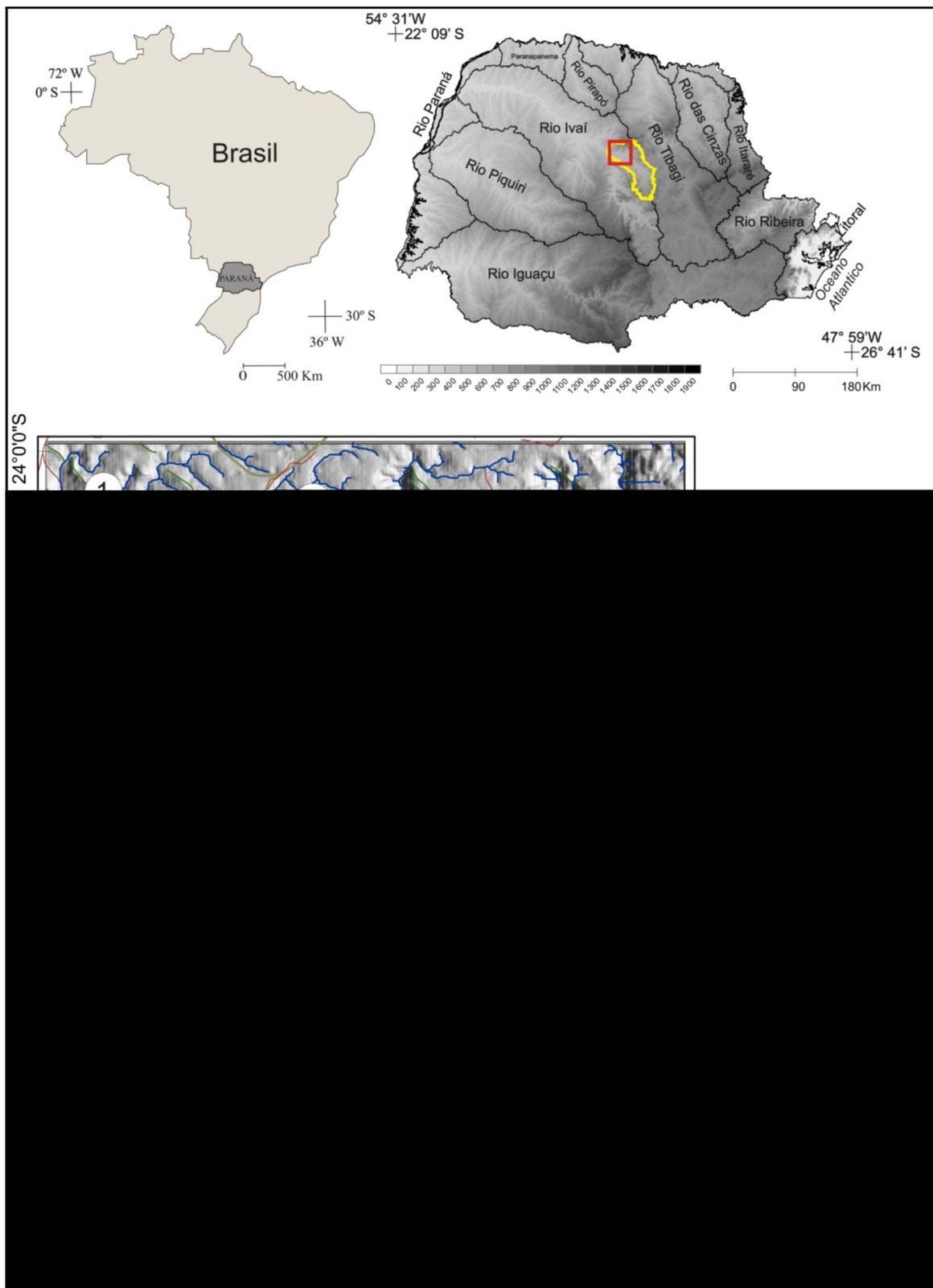


FIGURA 1. Mapa de Localização da área abrangida pela carta de Faxinal.

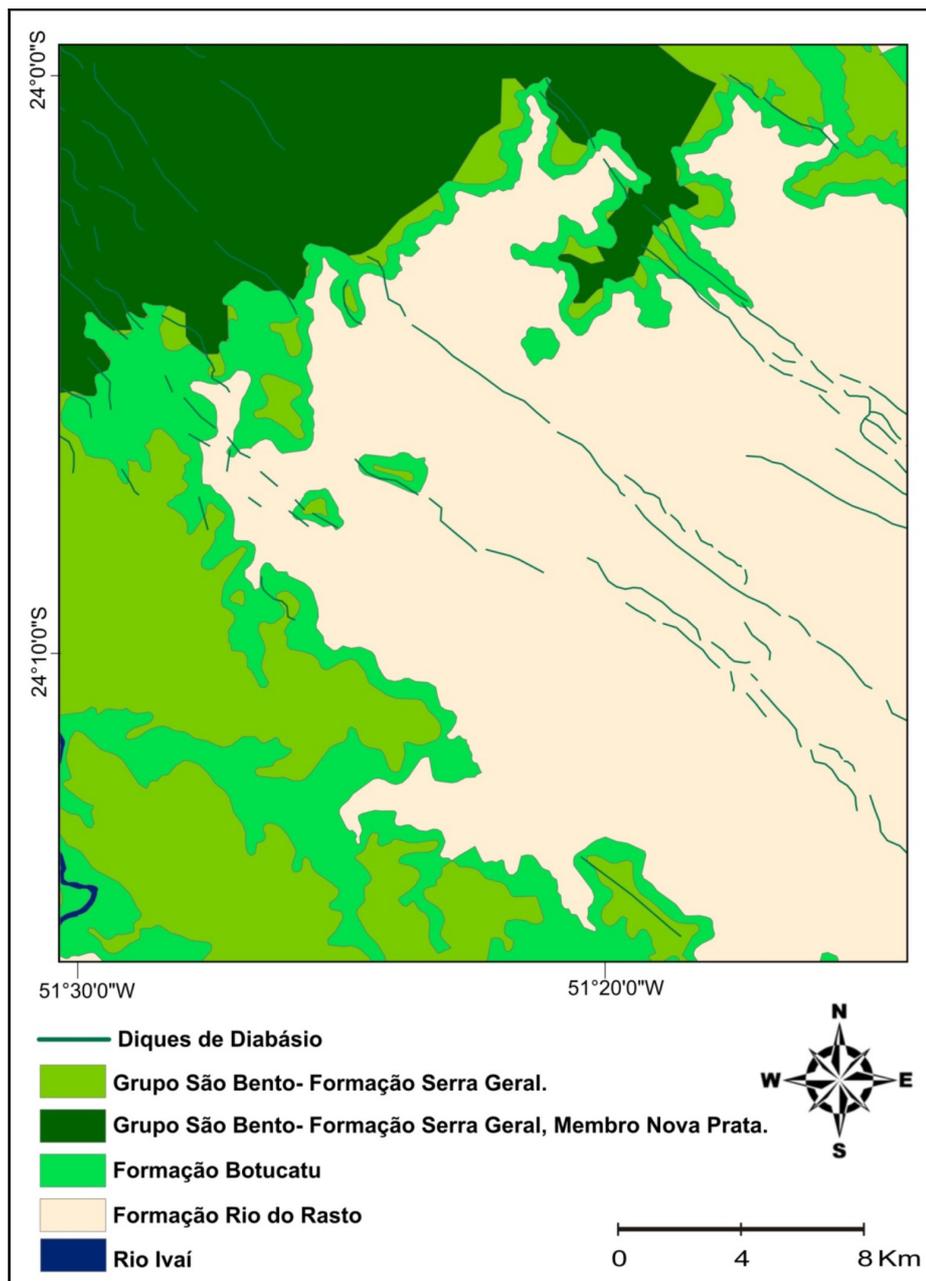


FIGURA 2. Mapa geológico da Carta de Faxinal. Adaptado: MINEROPAR, 2001.

e extremo NE da carta (Figura 2), aflorando geralmente no *front* da escarpa, produzindo feições morfodinâmicas, como vales suspensos.

A Formação Serra Geral é composta de rochas originadas da consolidação de lavas efusivas básicas formadas por derrames sucessivos de lavas, por meio de vulcanismo linear ou fissural na Era Mesozóica, entre os períodos Jurássicos e Cretáceos, com a separação do Continente Gondwana, ocorrido na Bacia Sedimentar do Paraná (Soares, 1975). A Grande efusão de lavas originou um espesso pacote de rochas basálticas, atingindo em algumas regiões até 32

derrames sucessivos com espessura média de 50 m cada, Strugale et al. (2004); Strugale et al. (2007). Neste mesmo período também foram geradas as estruturas intrusivas plutônicas, diques de diabásio. Os diques de diabásio, são constituídos por rochas máficas e secundariamente félsicas de granulação média a grossa. A maior resistência destes diques à erosão é evidenciada por serras e picos alinhados segundo N45W acompanhando o eixo principal da bacia do Rio Alonzo (Zona de Falhas do Alonzo), elevando-se até 700 m em relação a seu leito.

De acordo com a classificação da MINEROPAR

(2006) e Santos et al. (2009), a carta topográfica de Faxinal apresenta os seguintes compartimentos geomorfológicos: a) Planaltos residuais da Formação Serra Geral; b) Planalto de Ortigueira; e, c) Planalto de Apucarana; e ainda seccionado pelo Limite das unidades Morfoestruturais/Morfoesculturais.

Os Planaltos residuais da Formação Serra Geral: Situa-se no Segundo Planalto Paranaense, apresenta alta dissecação. A classe de declividade predominante está entre 12-30%. Em relação ao relevo, apresenta um gradiente de 640 m com altitudes variando entre 380 m (mínima) e 1020 m (máxima). As formas predominantes são topos alongados e aplainados, vertentes convexas-côncavas e vales em “V”, modeladas em rochas que vão desde a Formação Rio do Rastro até Formação Serra Geral (Santos et al., 2006).

A subunidade morfoescultural denominada Planalto de Ortigueira, situada no Segundo Planalto Paranaense, apresenta dissecação média. As classes

de declividade média variam de 12-30%. Em relação ao relevo, esse apresenta gradiente de 560 m com altitudes variando entre 420 m (mínima) e 980 m (máxima). As formas predominantes são topos alongados e em cristas, vertentes retilíneas e vales em “V”. A direção geral de morfologia é NW/SE acompanhando o sentido dos enxames de diques de diabásio, modelada em rochas da Formação Teresina e Formação Rio do Rastro (Santos et al., 2006).

A subunidade morfoescultural Planalto de Apucarana, situada no Terceiro Planalto Paranaense, evidencia alta dissecação. As classes de declividade estão entre 12-30%. A área apresenta um gradiente de 380 m com altitudes variando entre 360 m (mínima) e 740 m (máxima). As formas predominantes são colinas de topos alongados, vertentes convexas e vales em “V”. A direção geral da morfologia é NW/SE, modelada em rochas da Formação Serra Geral (MINEROPAR, 2006).

METODOLOGIA

A metodologia aplicada constituiu na integração de dados SRTM, variáveis morfométricas em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica). O conjunto de dados SRTM (90 m) e TOPODATA (30 m) foram utilizados para o cumprimento dos seguintes objetivos: a) elaboração de Modelos Digitais de Elevação (MDEs) para identificação e delimitação de feições do relevo, b) extração de lineamentos, c) identificação de anomalias de drenagem. A identificação e vetorização de tais feições foram pautadas em interpretação visual. Dessa forma, a visualização dos modelos digitais de elevação foi baseada em: observação em diferentes orientações de azimute, aplicação de diferentes coeficientes de exagero vertical, confecção de perfis para ressaltar morfologias do relevo.

A análise estatística dos lineamentos vetorizados das imagens ópticas de radar, bem como a sua correlação com os atributos morfométricos, morfográficos e geológicos foram processados e analisados por meio dos *softwares*: Spring 5.0.5, Global Mapper 7.0 e ArcGis 9.0.

A rede de drenagem foi obtida da digitalização da Carta Topográfica de Faxinal Folha SG-22-V-III-1 (escala 1:50000) sendo utilizada principalmente para o entendimento das feições morfoestruturais, análises morfométricas e verificação de controle estrutural e dos depósitos fluviais, conforme Horton (1945) e Howard (1967).

Os materiais empregados para realização da pesquisa foram:

- Dados SRTM, resolução de 90 m, banda C, obtidos do endereço eletrônico: <<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/cbanddataproducs.html>>;
- Dados SRTM, reamostrados para a resolução espacial de 30 m e processados com algoritmos que reflitam diferentes variáveis morfométricas, obtidos do Projeto TOPODATA (Valeriano, 2005) no endereço eletrônico: <<http://www.dpi.inpe.br/topodata>>;
- Produtos cartográficos, em especial Carta Topográfica de Faxinal em escala 1:50000 (Exército Brasileiro);
- Dados geológicos e geomorfológicos disponíveis na literatura;
- Levantamentos de campo com verificações “*in situ*”, coletas de dados, reconhecimento e descrições geológicas e geomorfológicas.

Os atributos do mapa de drenagem final foram obtidos por meio de procedimentos já descritos, expondo-se com amplo significado pela densidade de drenagem. Por meio desta observação, procedeu-se a elaboração de um mapa representativo dos gradientes de densidade presentes. Para isto, o mapa contendo vetores de drenagem, editado e devidamente ajustado, foi processado no *software* Arcgis, utilizando-se a ferramenta de geração de mapas de densidade, que calcula a magnitude de vetores por unidade de área, através da função de *Kernel*, descrita por Silverman (1988).

RESULTADOS

A rede de drenagem da carta de Faxinal apresenta-se fortemente controlada por lineamentos estruturais (Figura 3). O sistema de drenagem imperante revela-se como de densidade média a alta, conforme mostra a Figura 4. O nível hidrográfico é dado pelo rio Alonzo ou rio do Peixe que ocupa posição axial na carta, com cotas médias de 380 a 420 m e o principal captor da rede hidrográfica na área são os rios Pereira, Bufadeira e São Pedro.

Os padrões de drenagem apresentam-se em três grandes compartimentos. Na porção NW, área dos basaltos da Formação Serra Geral (Figura 2), a drenagem acompanha as linhas de falhas e diáclases formando padrões semi-retangulares a retangulares (Figura 4).

Há também duas faixas de padrões paralelos onde é evidente o estabelecimento de forte controle estrutural dos diques de diábasio e as linhas de falhas e fraturas de direção NW – SE.

Em três pontos reconhecidos na carta há indícios de altos estruturais que estabelecendo drenagens radiais

centrífugas que irradiam ao entorno da feição morfoestrutural.

As demais áreas da carta apresentam padrões semi-dendríticos a dendríticos e em alguns casos de difícil reconhecimento, semi-retangulares, compartimento com intensa complexidade litológica e forte indicativo de reativações de falhas.

As drenagens se organizam em formatos de ramificações irregulares com origens em diversas direções com variado ângulo de junções e desembocamento entre os canais de primeira e segunda ordem aos canais principais.

A rede de drenagem de seus afluentes da porção NE e SE são muito mais densas e de canais curtos em relação à porção NW – SW da carta (Figura 5). As cabeceiras situam-se na porção NE fortemente orientadas para SW (Figura 3), concordando com o arcabouço estrutural da área, identificado pela Francisconi et al. (1981), como flanco SW do arqueamento o Arco de Ponta Grossa.

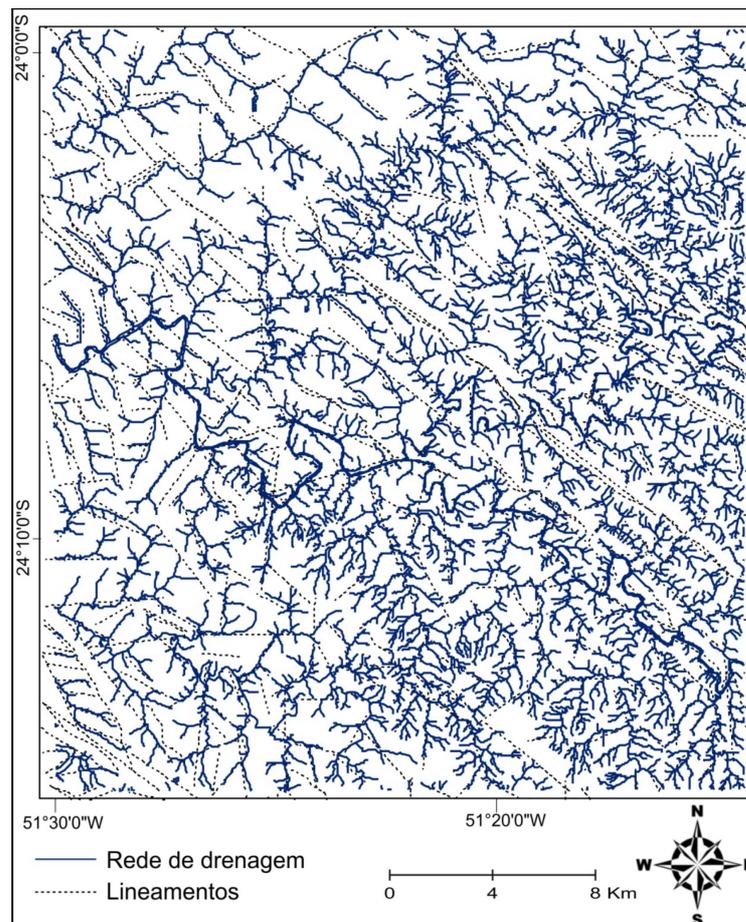


FIGURA 3. Configuração da rede de drenagem sobreposta a lineamentos estruturais extraídos do MDE da Carta de Faxinal.

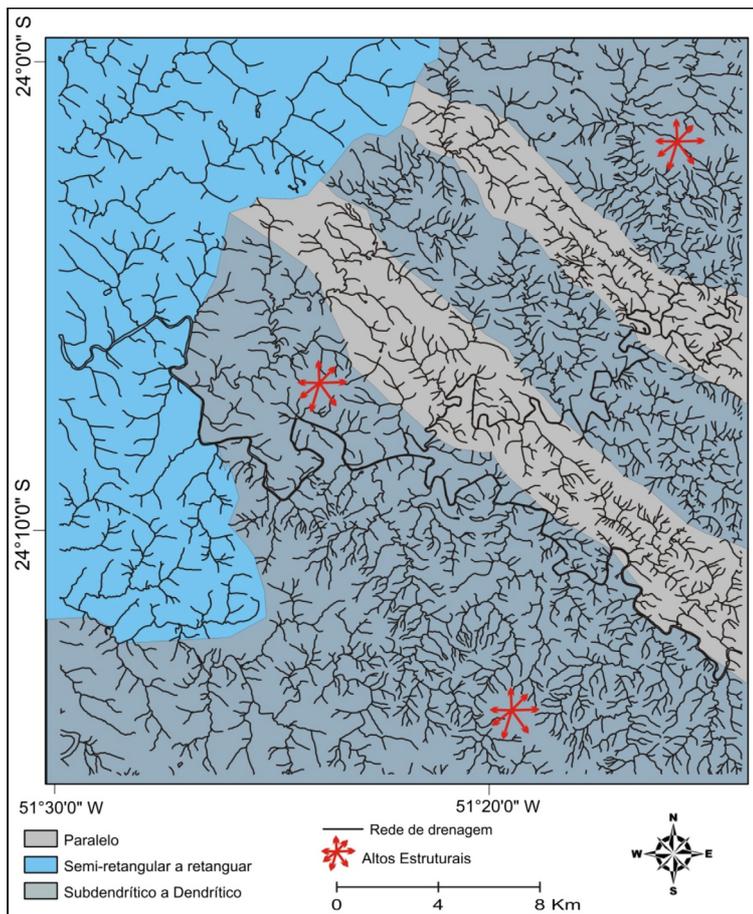
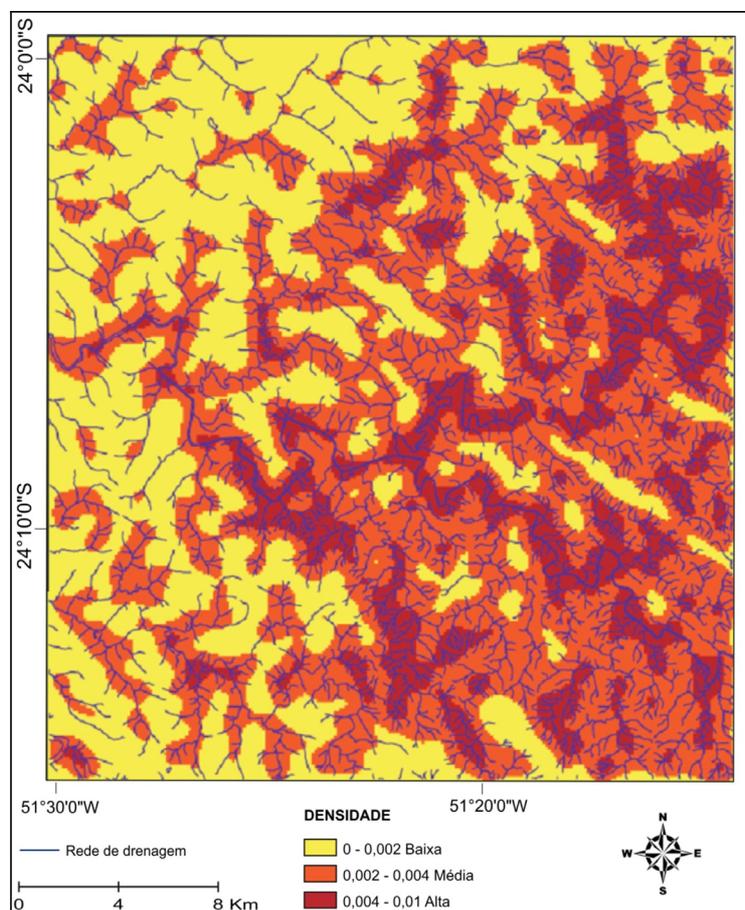


FIGURA 4. Mapa dos padrões de drenagem da Carta Topográfica de Faxinal.

FIGURA 5. Densidade de Drenagem em km/km² da Carta Topográfica de Faxinal.



Localmente essas principais drenagens se orientam por falhas, fraturas e diques; genericamente tendem para NW, assim como o comprimento absoluto tende para a mesma direção, conforme o diagrama de frequência e comprimento (Figura 6 A e B) ambos apresentam gráficos muito semelhantes e bem distribuídos.

Toda a rede de drenagem da área se orienta para o Rio Alonzo o qual, por sua vez se orienta também segundo a direção NW-SE, em uma faixa estruturalmente abatida, já reconhecida a nível da Bacia Sedimentar do Paraná como Falha do Alonzo (Zalán et al., 1990).

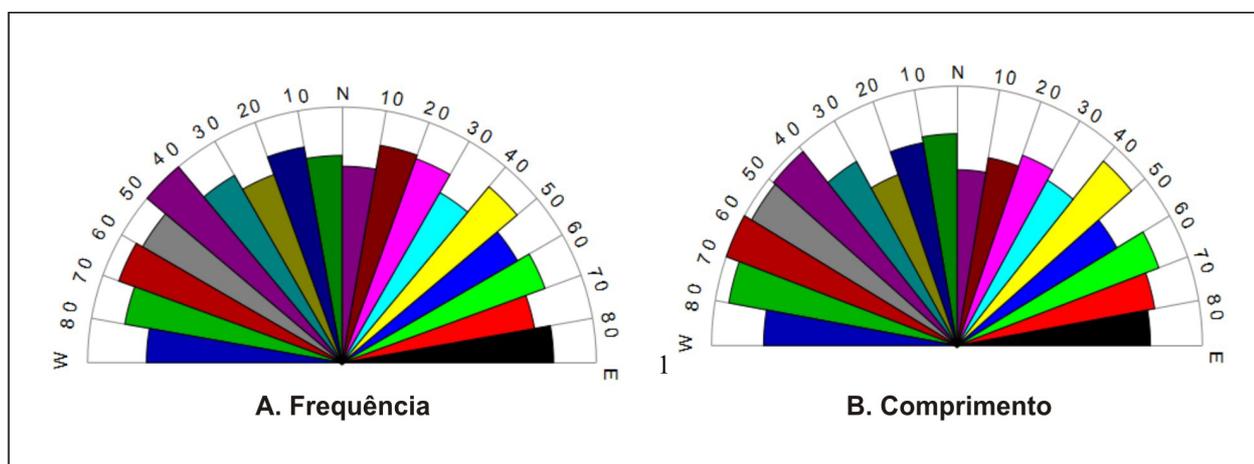


FIGURA 6. Diagramas de roseta referente a: **A)** frequência absoluta, e **B)** comprimento absoluto da rede de drenagem presente na Carta Topográfica de Faxinal – PR.

LINEAMENTOS ESTRUTURAIS

A extração de feições lineares de relevo foi feita a partir de imagens de relevo sombreado, com aplicação de iluminação artificial ao MDE nas declinações de 45°, 90°, 120°, 315° e 360°, e elevação de 45° com exageros de relevo. Os valores de acréscimo na escala vertical da superfície em relação à escala horizontal variou entre 2 a 20.

Na etapa seguinte foi efetuada a interpretação dos MDTs, gerados pelas imagens SRTM para a área de estudo, onde foram extraídos os principais lineamentos estruturais e posteriormente aplicado à estatística e geração dos gráficos de rosetas e comparados aos dados geofísicos de Silva (2007), obtendo, desta forma, os seguintes resultados:

Mapas de lineamentos e densidade de lineamentos conjugados: por meio desse mapa nota-se que a área caracteriza-se genericamente por apresentar densidades média a alta (Figura 7). Entretanto nas porções SE, áreas baixas (Formação Rio do Rastro) apresenta densidade muito alta com orientações irregulares, correspondendo indícios de movimentação tectônica recente bem como para altas densidades nas porções extremas NE e W, também

com grande irregularidade de direcionamento e comprimento (Figura 8), configurado pelas rochas basálticas. Todavia comprovações mais criteriosas para o modelo de neotectônica ainda estão em andamento por meio de estudos de geofísica desenvolvidos.

A Figura 8 mostra as principais direções de lineamentos, em termos de frequência e comprimento. Nota-se uma direção NW-SE preferencial, geologicamente comprovada pela profusão de fraturas, falhas e zonas de falhas naquela direção (Silva, 2007), bem como pelo estabelecimento de diques de diabásio e redes de drenagens que se posicionaram controladas pelos diques.

Ainda se percebe tendências na direção NE-SW, embora secundárias, também associadas a estruturas geológicas. Da mesma forma nas direções N-S com pouca ocorrência, porém decorrente de fraturas e falhas. Na direção E-W também estão presentes, confirmando a existência de falhas/fraturas de relevância neste sentido, que segundo Silva (2007) na estruturação regional decorre da influência do Alinhamento do Rio Cantú.

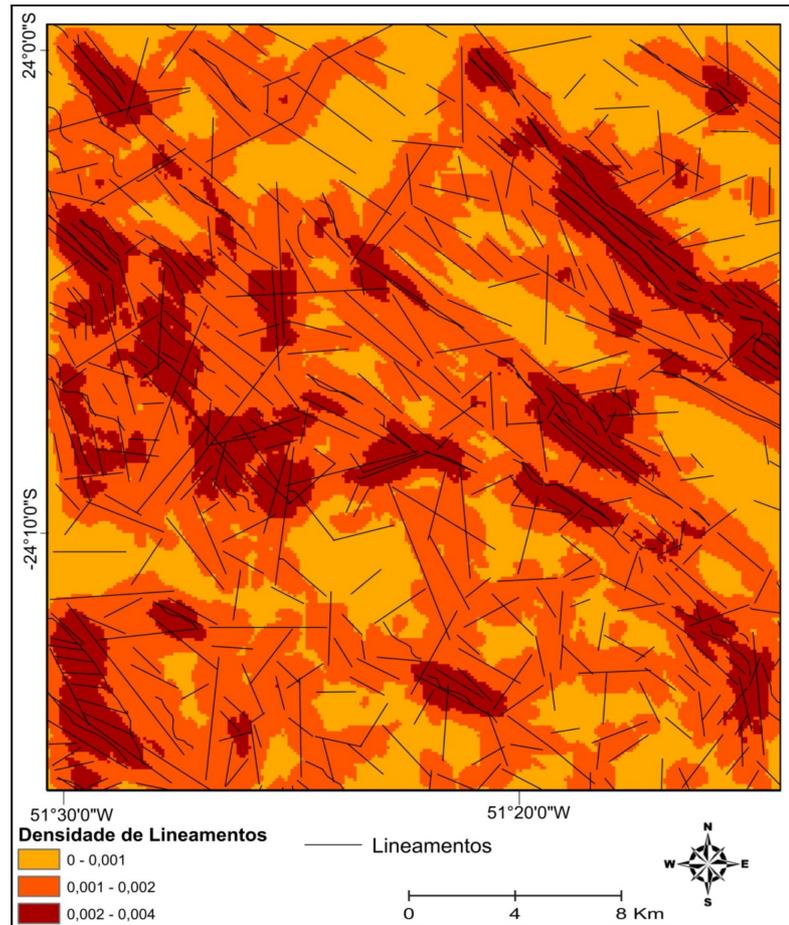


FIGURA 7. Mapa de densidade de Lineamentos da carta de Faxinal - PR, destacando maior densidade SE, W e extremo NE.

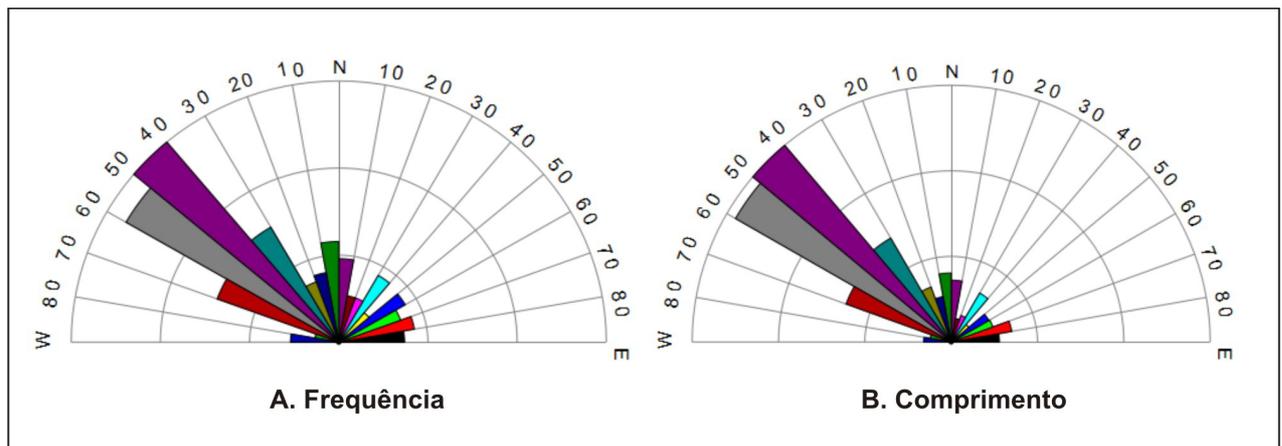


FIGURA 8. Diagrama de roseta dos Lineamentos Estruturais presentes na Carta Topográfica de Faxinal: A) direção preferencial de freqüência de Lineamentos N50°W. B) maior comprimento na mesma direção.

DISCUSSÃO

O paralelismo e a retinidade de longos segmentos da rede de drenagem, corresponde às direções preferenciais tanto da rede de drenagem como na

disposição dos diques e traçados de escarpas de *cuestas* à dessimetria marcante e verticalmente de margens altas. Há, portanto, alguns traços a serem

apontados sobre a rede de drenagem da área. Deste modo, são três os tipos distintos de nascentes:

- Um tipo de nascente que chama a atenção pela excentricidade geomorfológica, são os rios e ribeirões que se originam no alto da Serra Geral, Terceiro Planalto, apresentando drenagem diretamente condicionada pelo controle estrutural principalmente pelos lineamentos de diáclases e fraturas, demonstrando padrão semi-retangular a retangular facilmente compreendidos ao observarmos as Figuras 3, 4 e 5. Esses cursos d'água atravessam as escarpas basálticas através de vales suspensos (cachoeiras) que chegam a dezenas de metros, são exemplos a cachoeira Vêu de Noiva, Chicão 1 e 2 no Rio Bufadeira e Cachoeira do São Pedro, no Rio São Pedro. As feições dos vales suspensos escavam as escarpas por superimposição dos cursos cataclinais secundários ou obsequentes, integrando o baixo curso do rio Alonzo que deságua diretamente no alto curso do Rio Ivaí. Nestes setores o nível de base é dado pelos contatos dos basaltos da Formação Serra Geral e Arenitos da Formação Botucatu/Pirambóia do topo da escarpa basáltica em altitudes variando de 900 e 1050 m.
- Outra tipologia de nascentes ocorre na base (sopé)

das escarpas e plataformas interfluviais de média elevação da carta, entre 800 e 600 m em fácies arenosas do arenito Botucatu/Pirambóia, destacando-se pelo padrão dendrítico, é o caso do Rio Branco, Ribeirão encantado e Água do Macuco. Estas drenagens atuam diretamente no processo de desnudação, formando as drenagens ortoclinais (cursos subsequentes) centrais que recebem geralmente drenagens de segunda ordem, afluentes menores e subafluentes, bastante ramificadas (Figura 4), formando vales abertos em direção dominante SW da carta, áreas mais deprimidas da Formação Rio do Rastro.

- O terceiro tipo de nascentes se desenvolveu em níveis mais baixos, nos contatos dos diques de diabásio com superfícies de pedimentação e arenitos e siltitos da Formação Rio do Rastro, entre 600 e 400 m. Geralmente fazem parte da drenagem de primeira e segunda ordem, afluentes menores e subafluentes que entalham os pedimentos detriticos resultantes dos processos desnudacionais atuantes nas escarpas. Essas drenagens são orientadas para drenagens ortoclinais (subsequentes) percorrendo relevos semelhantes a depressões abertas no Segundo Planalto em áreas da Formação Rio do Rastro.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O diagnóstico da rede de drenagem apresenta de forma geral comportamento variável e complexo, consistindo em densidade e padrões de drenagem com forte controle estrutural tanto de feições morfológicas pré-existentes, quanto de feições tectônicas.

Os aspectos geomorfológicos das drenagens presentes na carta de Faxinal estão relacionados aos fenômenos desnudacionais, já destacados por Ab'Sáber (1949), pela erosão diferencial e às alternâncias climáticas destacadas por Penteadó (1968; 1978),

Novais Pinto (1988) e Bigarella et al. (1965). Entretanto condicionantes morfoestruturais do relevo destacam-se como importantes aspectos para o entendimento da evolução das drenagens, visto que apenas os fenômenos desnudacionais não explicam integralmente o modelado atual da paisagem e o traçado das drenagens.

Os processos neotectônicos de reativações de falhas e movimentação de blocos, ainda carecem de maiores estudos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a concessão de bolsa do CNPQ para Edivando Vitor do Couto (Mestrado); da CAPES para Fernando Cesar Manosso (Doutorado).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BIGARELLA, J.J.; MOUSINHO, M.R.; SILVA, J.X. Pediplanos, pedimentos e seus depósitos correlativos no Brasil. *Boletim Paranaense de Geografia*, n. 16 e 17, p. 117-151, 1965.
2. BJORNBERG, A.J.S. *Contribuição ao estudo do Cenozóico paulista: tectônica e sedimentologia*. São Carlos, 1969. 128 p. Tese (Provimto do Cargo de Professor) – Universidade de São Paulo, São Carlos.

3. BOYD, K.F. & SCHUMM, S.A. Geomorphic evidence of deformation in the Northern part of the New Madrid seismic zone. In: SHEDLOCK, K.M. & JOHNSTON, A.C. (Eds.), **Investigations of the New Madrid seismic zone**. U.S. Geological Survey Professional Paper, 1538-R, 35 p. 1995.
4. BURNETT, A.W. & SCHUMM, S.A. Alluvial river response to neotectonic deformation in Louisiana and Mississippi. **Science**, v. 222, p. 49-50, 1983.
5. ETCHEBEHERE, M.L.C. **Terraços neo-quaternários no vale do rio do Peixe, planalto ocidental paulista: Implicações estratigráficas e tectônicas**. Rio Claro, 2000. 2 v. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
6. FERREIRA, F.J.F. **Integração de dados aeromagnéticos e geológicos: configuração e evolução tectônica do Arco de Ponta Grossa**. São Paulo, 1982. 170 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. (a)
7. FERREIRA, F.J.F. Alinhamentos Estruturais – Magnéticos da Região Centro-oriental da Bacia do Paraná e seu significado tectônico – Reavaliação da Potencialidade e Prospectividade em Hidrocarbonetos. **Consórcio CESP-IPT**, p. 144-166, 1982. (b)
8. FORTES, E.; VOLKMER, S.; STEVAUX, J.C.; MARQUES, A.J. Anomalias de drenagem e controles morfotectônicos da evolução dos terraços do baixo curso do rio Ivinhema – MS. **Geociências**, v. 26, n. 3, p. 249-216, 2007.
9. FRANCISCONI, O.; LOPES, JUNIOR, I.; HAMA, M.; ALEGRI, V.; CARVALHO, M.A.S. Projeto Paulipetro: Geologia da área de Faxinal-PR, bloco SG. 22-C (ACS-76). **Relatório Final**, p. 1-62, 1981.
10. FUJITA, R.H. **O perfil longitudinal do rio Ivaí e sua relação com a dinâmica de fluxos**. Maringá, 2009. 118 p. Dissertação (Análise Regional e Ambiental) – Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Maringá.
11. HORTON, R.E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin**, v. 56, p. 275-370, 1945.
12. HACK, J.T. Stream-profile analysis and stream-gradient index. **U.S. Geological Survey Journal Research**, v. 1, n. 4, p. 421-429, 1973.
13. HOWARD, A.D. Drainage analysis in geologic interpretation: A summary. **AAPG Bulletin**, v. 51, p. 2246-2259, 1967.
14. ITRI, S.L.; SANTOS, A.; ETCHEBEHERE, M.L.C. Aplicação do índice “Relação Declividade Extensão - RDE” na bacia do Rio Turvo (SP) para detecção de deformações neotectônicas. In: ENCONTRO DE PESQUISA E JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2, 2004, Guarulhos. **Resumos...** Guarulhos: Universidade de Guarulhos, 2004. CD-ROM.
15. MINEROPAR – MINERAIS DO PARANÁ S/A. **Fundamentos de Geomorfologia**. 2º Ed. Rio de Janeiro: IBGE, 185 p., 1978.
16. MINEROPAR – MINERAIS DO PARANÁ S/A. **Mapa geológico do Estado do Paraná**, escala 1:1.000.000 (meio digital). Curitiba, 2001. CD-ROM.
17. MAYER, L. **Quantitative analysis of landforms: A way to delineate active tectonic structures**. Oxford: Geomorphology Laboratory - Department of Geology, Annual Technical Report, 48 p., 1992.
18. MARPLE, R.T. & TALWANI, P. Evidence of possible tectonic upwarping along the South Carolina coastal plain from an examination of river morphology and elevation data. **Geology**, v. 21, p. 651-654, 1993.
19. MARTINEZ, M. **Aplicação de parâmetros morfométricos de drenagem na bacia do rio Pirapó: o perfil longitudinal**. Maringá, 2004. 146 p. Dissertação (Análise Regional e Ambiental) – Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Maringá.
20. MERRITS, D. & HESTERBERG, T. Stream networks and longterm surface uplift in the New Madrid seismic zone. **Science**, v. 265, p. 1081-1084, 1994.
21. MILANI, E.J.; FRANÇA, A.B.; SCHNEIDER, R.L. Bacia do Paraná. **Boletim de Geociências Petrobrás**, v. 8, n. 1, p. 69-82, 1994.
22. NOVAIS PINTO, M. Aplainamento nos Trópicos – Uma Revisão Conceitual. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 13, n. 26, p. 119-129, 1988.
23. PENTEADO, M.M. Implicações tectônicas na gênese das Cuestas da Bacia de Rio Claro (SP). **Notícia Geomorfológica**, ano 8, n. 15, p. 19-41, 1968.
24. RODRIGUEZ, S.K. **Neotectônica e sedimentação quaternária na região da “Volta Grande” do rio Xingu, Altamira, PA**. São Paulo, 1993. 106 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
25. RODRIGUEZ, S.K. & SUGUIO, K. Gradientes hidráulicos das drenagens de 2ª ordem: uma contribuição para os estudos de neotectônica da “Volta Grande” do rio Xingu, Altamira - PA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, 1992. São Paulo. **Resumos Expandidos...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, p. 598-600, 1992.
26. SANTONI, G.; ETCHEBEHERE, M.L.C.; SAAD, A.R.; STEIN, D.P. Análise de parâmetros morfométricos de drenagem visando à detecção de movimentos neotectônicos na bacia do rio Santo Anastácio, SP. In: ENCONTRO DE PESQUISA E JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2, 2004. Guarulhos. **Resumos...** Guarulhos: Universidade de Guarulhos, 2004. CD-ROM.
27. SANTOS, L.J.C.; OKA-FIORI, C.; CANALI, N.E.; FIORI, A.P.; SILVEIRA, C.T.; SILVA, J.M.F.; ROSS, J.L.S. Mapeamento geomorfológico do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, ano 7, n. 2, p. 3-12, 2006.
28. SANTOS, L.J.C.; OKA-FIORI, C.; CANALI, N.E.; FIORI, A.P.; SILVEIRA, C.T.; SILVA, J.M.F. Morphostructural Mapping of Parana State, Brazil. **Journal of Maps**, v. 2009, p. 170-178, 2009.
29. SCHUMM, S.A. & SPITZ, W.J. Geological influences on the Lower Mississippi River and its alluvial valley. **Engineering Geology**, v. 45, p. 245-261, 1996.
30. SILVA, A.B. **Conectividade e Compartimentação Magnética estrutural dos Sistemas Aquíferos Serra Geral e Guarani na Região Central do Estado do Paraná**. Curitiba, 2007. 116 p. Dissertação (Mestrado em Geologia Ambiental) – Departamento de Geologia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.
31. SILVERMAN, B.W. Density Estimation for Statistics and Data Analysis. **Journal of the American Statistical Association**, v. 83, n. 401, p. 269-270, 1988.
32. SOARES, P.C. Divisão Estratigráfica do Mesozóico no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 5, p. 229-251, 1975.
33. SPITZ, W.J. & SCHUMM, S.A. Tectonic geomorphology of the Mississippi Valley between Osceola, Arkansas, and Friars Point, Mississippi. **Engineering Geology**, v. 46, p. 259-280, 1997.
34. STRAHLER, A.N. Dynamic basis of geomorphology. **Geological Society of American Bulletin**, v. 63, p. 923-938, 1952. (a)

35. STRAHLER, A.N. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. **Geological Society of America Bulletin**, v. 63, p. 1117-1142, 1952. (b)
36. STRUGALE, M.; ROSTIROLLA, S.P.; MANCINI, F.; PORTELA FILHO, C.V. Compartimentação estrutural das Formações Pirambóia e Botucatu na região de São Jerônimo da Serra, estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 34, n. 3, p. 303-316, 2004.
37. STRUGALE, M.; ROSTIROLLA S.P.; MANCINI, F.; PORTELA FILHO, C.V.; FERREIRA, F.J.F.; FREITAS, R.C. Structural framework and Mesozoic–Cenozoic evolution of Ponta Grossa Arch, Paraná Basin, southern Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 24, n. 2-4, p. 203-227, 2007.
38. TAKIYA, H. **Estudo da sedimentação neogênico-quaternária no município de São Paulo: caracterização dos depósitos e suas implicações na geologia urbana**. São Paulo, 1997. 152 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
39. VALERIANO, M.M. Modelo digital de variáveis morfométricas com dados SRTM para o território nacional: o projeto TOPODATA. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12, 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005, p. 3595-3602. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00018-8. Disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/10.29.11.41/doc/3595.pdf>. Acesso em: 28mar2009.
40. WHITE, I.C. **Relatório Final da Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brasil**. Rio de Janeiro: DNPM, 1988. Parte I, p.1-300; Parte II, p. 301-617, 1988.
41. ZALÁN, P.V. WOLFF, S.; ASTOLFI, M.A.M.; VIEIRA, I.S.; CONCEIÇÃO, J.C.J.; APPI, V.T.; NETO, E.V.S.; CERQUEIRA, J.R.; MARQUES, A. The Paraná Basin, Brazil. In: LEIHTON, M.W.; KOLATA, D.R.; OLTZ, D.F.; EIDEL, J.J. (Eds.), **Interior cratonic basins**. AAPG Memoir, 51, p. 681-708, 1990.

*Manuscrito Recebido em: 14 de agosto de 2010
Revisado e Aceito em: 12 de janeiro de 2011*